

Zeitschrift:	Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio
Herausgeber:	geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und Landmanagement
Band:	122 (2024)
Heft:	3-4
Artikel:	Automatisierte Bonitierung von landwirtschaftlichem Land in Meliorationsprojekten
Autor:	Hübner, Laura
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-1062479

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Automatisierte Bonitierung von landwirtschaftlichem Land in Meliorationsprojekten

Meliorationsprojekte dienen der Erhaltung, Gestaltung und Förderung des ländlichen Raums und der Landwirtschaft im Besonderen. Dazu gehören bauliche Massnahmen zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Infrastruktur, Ökologie und des Wasserhaushalts sowie planerische Massnahmen zur Neuordnung der Eigentums- und Pachtverhältnisse. Die dazu erforderliche Bodenbewertung (Bonitierung) wird derzeit in einem aufwendigen und zeitintensiven Verfahren von einer Schätzungskommission durchgeführt. Das entwickelte Automatisierungsverfahren soll die Bonitierung auf der Basis verschiedener öffentlich verfügbarer Datensätze und zusätzlicher Luftbilder zu einem effizienteren Prozess machen und zu einer Verringerung des Zeit- und Kostenaufwands für die Schätzungskommission führen. Als Praxisbeispiel dient das Strukturverbesserungsprojekt in Hinterrhein im Kanton Graubünden.

Les projets d'améliorations foncières servent à entretenir, aménager et promouvoir l'espace rural et l'agriculture en particulier. Font partie de ces mesures les constructions pour l'amélioration de l'infrastructure, de l'écologie et du régime hydraulique ainsi que la planification visant la nouvelle organisation de la propriété et des conventions d'affermage. La nécessaire estimation des terres y relative est actuellement exécutée dans une procédure complexe et fastidieuse par une commission d'experts (ou d'estimation). Le procédé automatisé développé à cet effet sur la base de divers blocs de données publiquement disponibles et d'images aériennes complémentaires est censé rendre le processus plus efficace et diminuer les frais et la durée des travaux de la commission d'experts. Comme exemple pratique on décrit ci-après le projet d'amélioration des infrastructures de Hinterrhein (Rhin postérieur) dans le canton des Grisons.

I progetti di bonifiche fondiarie servono a preservare, organizzare e promuovere le aree rurali e, in particolare, l'agricoltura. Questo ingloba anche le misure di costruzione per migliorare le infrastrutture agricole, l'ecologia, il bilancio idrico nonché i provvedimenti pianificatori per riorganizzare i rapporti di proprietà e locazione. In questo intento si rende imprescindibile una stima dei terreni, cioè un lungo e complesso processo che attualmente è di competenza di una commissione di valutazione. Il processo di automazione sviluppato mira a rendere più efficiente la stima dei terreni sulla base di vari set di dati disponibili pubblicamente e di immagini aeree aggiuntive, riducendo i tempi e i costi per la suddetta commissione di valutazione. Il progetto di miglioramento strutturale di Hinterrhein, nel Cantone dei Grigioni, ne è un esempio pratico.

L. Hübner

Die Bonitierung ist eine sehr komplexe Angelegenheit mit vielen Einflussfaktoren. Um diesen Prozess zu automatisieren, müssen Daten zu unterschiedlichen Themen zusammengeführt werden. Eine

Vielfalt von Daten ist auf Plattformen des Bundes oder der Kantone bereits frei verfügbar. Für die Automatisierungsme- thode wurden hauptsächlich Daten des Bundesamtes für Landestopografie (swisstopo) und der Geoinformations- plattform für den Kanton Graubünden GeoGR verwendet. Aus diesen Datensät-

zen wurden Kenngrößen berechnet, die für die Bonitierung entscheidend sind. Machine Learning Algorithmen eignen sich sehr gut dazu, Muster und Zusammenhänge in Daten zu finden und diese später auf einen unbekannten Datensatz anzuwenden. Hier wurde Random Forest Regression verwendet. Random Forests sind rechnerisch schnell und können Probleme mit vielen verschiedenen Einflussfaktoren effizient lösen. Bei der Entwicklung eines solchen Algorithmus wird der vorhandene Datensatz in Trainings- und Testdaten aufgeteilt. Im Trainingsdatensatz ist die Zielvariable dem Algorithmus bereits bekannt, damit er die Muster aus den Daten lernen kann. Die Zielvariable des Testdatensatzes bleibt dem Algorithmus verborgen, damit seine Vorhersagen mit den Werten der Zielvariablen verglichen werden und somit eine Aussage über die Leistung des Algorithmus gemacht werden kann. Als Testdaten wurde ein 10-m-Punktraster innerhalb von 14 Regionen verteilt über den Perimeter erstellt. Die Trainingsdaten wurden zufällig im restlichen Gebiet verteilt, sodass die verschiedenen Bonitierungsklassen anzahlmäßig gleich stark vertreten sind. Weiter wurden diese Trainingsdaten in fünf Gebiete aufgeteilt, welche für die Kreuzvalidierung während des Trainingsprozesses verwendet werden. Das Verhältnis zwischen Trainings- und Testdaten liegt bei etwa 90% zu 10%.

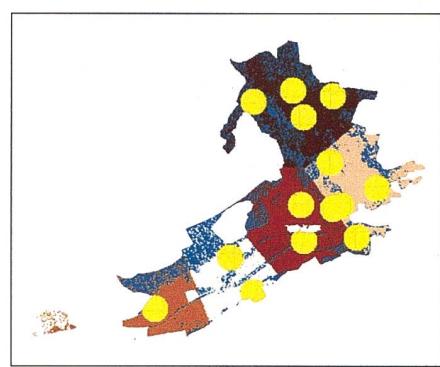


Abb. 1: Verteilung der Trainings- (orange/rot) und Testdaten (gelb). Die Trainingsdaten wurden für die Kreuzvalidierung in fünf Gebiete aufgeteilt.

30 Kenngrössen wurden aus den verschiedenen Datensätzen zusammengestellt und berechnet, um die vielen verschiedenen Einflussfaktoren im Prozess der manuellen Bonitierung abzubilden. Diese Kenngrössen umfassen:

- Topografie
- Erreichbarkeit
- Bodenbedeckung und Bodennutzung
- Bewirtschaftungshindernisse
- Naturschutz und Biodiversität
- Futterertrag
- Informationen aus Luftbildern

Um die Leistungsfähigkeit der Automatisierungsmethode zu untersuchen, wurden die Ergebnisse quantitativ und qualitativ ausgewertet. Zur Bewertung der Ergebnisse in der quantitativen Analyse wurden Residuen sowie Leistungskennzahlen zwischen den prognostizierten Bewertungen der Automatisierungsmethode und den wahren Bewertungen der manuellen Bonitierung von Hinterrhein berechnet. Die berechneten Leistungskennzahlen sind die Wurzel des mittleren quadratischen Fehlers (RMSE), der mittlere absolute Fehler (MAE) und der mittlere systematische Fehler (MBE). In vielen Fällen ist die automatisierte Bewertung nahe an der manuellen Bewertung. Allerdings zeigt die Auswertung der Residuen, dass die Automatisierungsmethode Schwierigkeiten mit niedrigen Bewertungen zwischen 0 und etwa 30 hat. Im Bereich der höheren Bewertungen zwischen etwa 60 und 80 zeigt der Vergleich, dass die Automatisierungsmethode dazu neigt, niedrigere Bewertungen vorherzusagen. Die qualitative Analyse dient dazu, die aufgedeckten Tendenzen zu lokalisieren und zu bewerten.

RMSE	MAE	MBE
16	12	-1

Tab. 1: Leistungskennzahlen der quantitativen Auswertung.

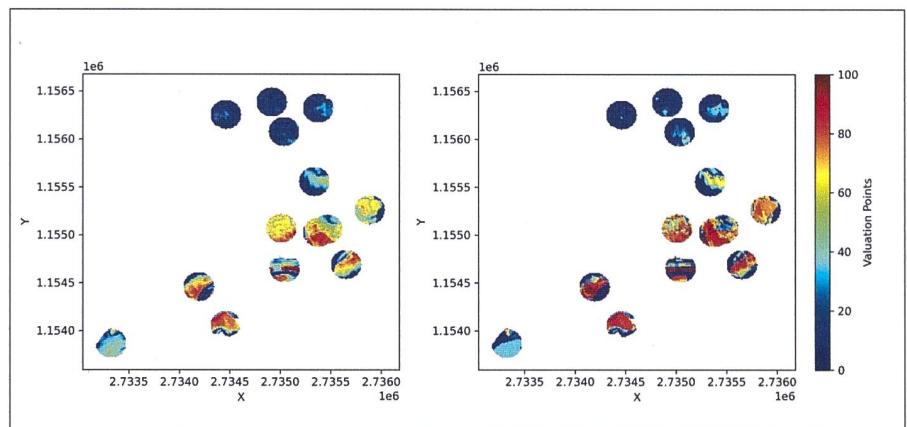


Abb. 2: Resultate der Automatisierungsmethode (links) und Resultate der manuellen Bonitierung (rechts) in den Testregionen.

Der Unterschied zwischen der punktbasierten Automatisierungsmethode und der polygonbasierten manuellen Methode ist in Abbildung 2 deutlich zu erkennen. Während bei der Automatisierungsmethode jeder Punkt eine eigene Bewertung erhält, wird bei der manuellen Methode dieselbe Bewertung für ein grösseres Gebiet vergeben, da Flächen auf einer Karte gezeichnet werden. Dies hat zur Folge, dass die Übergänge zwischen unterschiedlich bewerteten Bereichen bei der manuellen Methode sehr deutlich sind, während sie bei der Automatisierungsmethode sehr fliessend sind. Der punktbasierte Ansatz der Automatisierungsmethode bedeutet auch, dass kleine Änderungen in den Kenngrössen zu einer stärkeren Abstufung in der Bewertung führen können, während diese kleinen Änderungen bei der manuellen Methode nicht so stark berücksichtigt werden. Weitere Einflussfaktoren sind Verfügbarkeit, Genauigkeit und Aktualität der Daten und Luftbilder. An Orten, wo wenige Informationen vorhanden sind, entstehen sehr hohe Residuen. Beispielsweise ist auf dem Luftbild eine Baustelle zu sehen, welche während der manuellen Bonitierung noch nicht bestand. Daher wurde das Land von der Automatisierungsmethode tiefer bewertet als in der manuellen Bonitierung. Außerdem wurde die manuelle Bonitierung in Hinterrhein sehr detailliert durchgeführt. Bewirtschaftungshindernisse wurden sehr genau erfasst und mit einer tiefen Punktzahl bewertet. Für die Automatisierungsmethode ist eine so detaillierte Bonitierung schwierig zu erreichen, da die Punkte auf einem 10-m-Raster angeordnet sind.

Mit einer guten Datengrundlage und einem sorgfältigen Trainingsprozess hat die Automatisierungsmethode ein grosses Potenzial, nahe an die manuelle Bonitierung heranzukommen. In einem ersten Schritt könnte diese Methode der Schätzungscommission als Grundlage für die manuelle Bonitierung dienen. Diese Unterstützung würde den Prozess bereits effizienter gestalten. Bis eine vollständig automatische Bonitierung im Prozess der Eigentumsgarantie akzeptiert wird, wird es jedoch noch eine Weile dauern.

Laura Hübner
Grünenfelder und Partner AG
Hofstätte 2
CH-7013 Domat/Ems
laura.huebner@gruenenfelder.ch